

# ECMO bei einem kardiologischen Patienten

## Fallbericht

### ZUSAMMENFASSUNG

Beim akuten Herz-Kreislauf-Lungen-Versagen ist die extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) eine probate Option. Bei Lungenversagen kommt eine veno-venöse Kanülierung, bei kardialen Versagen in der Regel eine veno-arterielle Kanülierung zur Anwendung.

Gerinnungsprobleme stellen bei dieser Patientengruppe die häufigste Komplikation dar. Eine adäquate Verteilung von ausreichend oxygeniertem Blut kann durch mehrere Kanülenzugänge erreicht werden.

### SCHLÜSSELWÖRTER

Rechtsherzversagen, extrakorporale Membranoxygenierung, Mini-Bypass-System, Oberflächenbeschichtung, Blutungsproblematik.

### SUMMARY

Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) is an established treatment option in acute cardiac-pulmonary-failure. In pulmonary failure cannulas are inserted venous, in cardiac failure a veno-arterial approach is preferred.

Problems with blood clotting are the most frequent complications. Sufficiently oxygenated blood is distributed more evenly through additional cannula insertion.

### KEY WORDS

Right heart failure, extracorporeal membrane oxygenation (ECMO), coating, bleeding complications.

### EINLEITUNG

Die extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) ist ein Therapieverfahren mit mehreren Einsatzmöglichkeiten. Diese Form der mechanischen Herz-Kreislauf-Unterstützung kann beim klassischen Lungenversagen bis hin zur kardialen Unterstützung eingesetzt werden. Der Blutfluss erfolgt entweder über eine Zentrifugal-, Roller- oder Axialpumpe. Das Perfusionssystem inklusive Oxygenator und Kanülen ist beschichtet, so dass die Activated Clotting Time (ACT) um die 180–200 Sekunden liegen sollte.

Die Kanülierung kann über die Femoralgefäße (arteriell oder/und venös) und/oder

die Vena jugularis erfolgen. Die Grenzen des Pumpenminutenvolumens (PMV) werden durch die Kanülengrößen vorgegeben. Die Erhaltung der Körpertemperatur wird über einen Wärmetauscher erzielt, der mit einem Normo-/Hypothermiegerät verbunden ist. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Anästhesie, Intensivmedizin, Kardiotechnik und Chirurgie ist bei diesen schwerst kranken Patienten unabdingbar.

Bei einem 61-jährigen Patienten (Größe 175 cm, Gewicht 75 kg) mit bekanntem Morbus Crohn wurde eine Notfall-PTCA durchgeführt. Bei der PTCA wurde die RCA primär erfolgreich dilatiert.

Nach der Dilatation zeigte der Patient elektrokardiographisch eine Hinterwandinfarkt-Symptomatik. Bei der zweiten Koronarangiographie wurde eine komplette Dissektion der RCA diagnostiziert, die mit drei beschichteten Stents (Taxus<sup>®</sup>, Fa. Boston Scientific) versorgt wurde. Im Verlauf verschlechterte sich der Zustand des Patienten akut, nach erfolgreicher Reanimation, Schrittmacherabhängigkeit und Katecholamintherapie wurde zunächst eine Intraaortale Ballonpumpe (IABP), später die ECMO implantiert.

### MATERIAL UND METHODEN

Die Intraaortale Ballonpumpe der Firma Arrow (AutoCat2Wave) (Abb. 1) basiert auf dem Prinzip der Gegenpulsation, um eine verbesserte Koronarperfusion zu erzielen. Dieses System ist mit einer Fiberglasoptik ausgestattet, um dadurch eine genauere, optimierte Augmentation zu erreichen.

Als Antrieb für die ECMO kam eine Steuerkonsole der Firma Stöckert (SCPC) (s. Abb. 1) mit integrierter Zentrifugalpumpe (Cobe Revolution) zur Anwendung. Bei diesem Gerät handelt es sich um ein Perfusionssystem, dessen Anwendungsgebiet (Minimiertes EKZ-System, ECMO) eingeschränkt ist.

Zum Einsatz kam ein beschichtetes Mini-Bypass-System (Synergy, Ideal), Fa. Sorin. (Abb. 2a)

Dieses Mini-Bypass-System verfügt über eine integrierte venöse Blasenfalle (120 µm) und einen arteriellen Filter (40 µm), bietet dadurch ein hohes Sicherheitsniveau und lässt sich bedingt durch seine Kompaktheit problemlos und schnell füllen. Eine hohe Biokompatibilität ist durch die Beschichtung mit Phosphorylcholine (PC<sup>®</sup>-Beschichtung, Fa. Dideco) (Abb. 2b) gewährleistet. Laut Angaben des Herstellers liegt



Abb. 1: Links SCPC, Fa. Stöckert, rechts AutoCat2Wave, Fa. Arrow

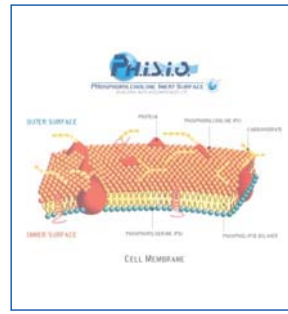
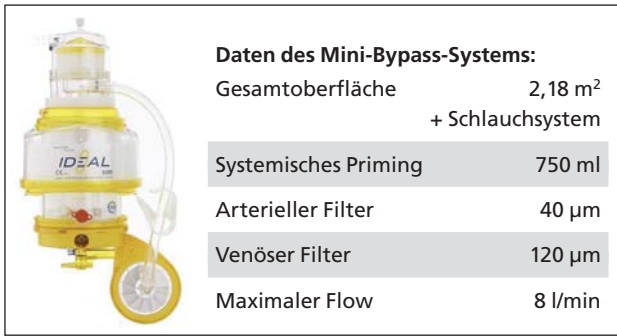


Abb. 2b: PC-Beschichtung, Fa. Dideco

Abb. 2a: Mini-Bypass-System Synergy

für dieses Mini-Bypass-System eine Zulassung für maximal 6 Stunden vor.

Zur Füllung des Systems wurden Ringerlaktat (300 ml), Voluven (300 ml), Mannitol 20 % (100 ml) und 2.500 IE Heparin verwendet.

Als Zugang für die ECMO wurden die Vena femoralis rechts und die Arteria femoralis rechts gewählt. Venös kam eine 19-Fr.-Polyurethankanüle (Fa. Stöckert), arteriell eine 16-Fr.-Kanüle (Fa. Edwards Lifescience) zum Einsatz. Die Zugänge ließen Flussraten bis zu 4,5 l/min zu.

Trotz intraaortaler Gegenpulsation und sehr hohen Katecholamindosen stellte sich keine Verbesserung ein, im TEE war die massive Rechtsherzproblematik deutlich zu erkennen.

Nach Einbringung der Kanülen und Konnektion mit dem Perfusionssystem wurde die extrakorporale Zirkulation gestartet.

Die Heparinabgabe erfolgte über Perfusor mit 300–400 IE/h. Eine ACT von 150 bis 180 Sekunden wurde als Vorgabe festgesetzt (Abb. 3). Zur Optimierung der plasmatischen Gerinnung wurde AT III (Bolus 3.000 IE, dann kontinuierlich 100 IE/h, insgesamt 10.500 IE) substituiert, um einen Wert von über 100 % zu erzielen (Ausgangswert 52 %).

Bei ECMO-Beginn (pH 7,18) wurden Adrenalin mit 1,7 µg/kg KG/min, Noradrenalin mit 0,6 µg/kg KG/min, Dobutamin mit 4,0 µg/kg KG/min und Milrinon mit 0,4 µg/kg KG/min verabreicht.

Das Pumpenminutenvolumen (PMV) lag initial bei 4 l/min, im weiteren Verlauf bei 3 l/min.

Der Kreislauf stabilisierte sich (pH 7,40), die Katecholamine wurden in kleinen Schritten reduziert.

Vor ECMO war das Beatmungsgerät mit FIO<sub>2</sub> 100 % eingestellt, darunter war der pO<sub>2</sub> 20 kPa. Unter ECMO war die FIO<sub>2</sub> zunächst 50 % mit einem pO<sub>2</sub> von 30 kPa. Die FIO<sub>2</sub> am Oxygenator lag bei 40–60 %, der Gasfluss bei 1,5–5 l/min und wurde an die Beatmungseinstellungen adaptiert. Die rektale Körpertemperatur konnte mit Hilfe des Normo-/Hypothermiegerätes bei 37 °C gehalten werden.

Nach 12 Stunden an der ECMO bekam der Patient einen starken Abfall des Hämoglobins (Hb 8,3 g/dl) aufgrund einer oberen gastrointestinalen Blutung.

Die Gastroskopie ergab den Befund einer Mallory-Weiss-Läsion (Abb. 4) am ösophago-gastrischen Übergang, die mit 10 ml Adrenalin, 1:10 verdünnt, unterspritzt wurde.

Trotz ausreichender Substitution mit Blut- und Gerinnungsprodukten blutete der Patient weiter aus mutmaßlichen Herden des bekannten, aber seit über 10 Jahren klinisch unauffälligen Morbus Crohn, so dass sich der kardiozirkulatorische Zustand (Abb. 5) des Patienten am 2. Tag an der ECMO weiter verschlechterte (Adrenalin musste bis auf 2,1 µg/kg KG/min, Noradrenalin auf 2,0 µg/kg KG/min erhöht werden).

Die Herzenzyme (u. a. CK >6.500 U/l) stiegen stetig an (s. Abb. 6), im Ultraschall war die Funktion des rechten Herzens deutlich schlechter und die Ausscheidung (Kreatinin 450 µmol/l, Harnstoff 24,1 mmol/l) war rückläufig.

Der neurologische Status des Patienten war nach zwei Reanimationen nicht sicher beurteilbar. Nach Gesprächen mit den Angehörigen über den Sinn der Fortsetzung einer Maximaltherapie wurde gemeinsam entschieden, diese zu begrenzen.

Wegen der protrahierten Blutung wurde zunächst die Milrinon-, Epoprostenol- und Heparinzufuhr beendet, die ECMO sollte noch so lange laufen, bis sie inaktiv werden würde. Nach fünf Stunden ohne Heparin und niedrigen ACT-Werten verschlechterte sich der Zustand des Patienten nicht



Abb. 4: Mallory-Weiss-Läsion

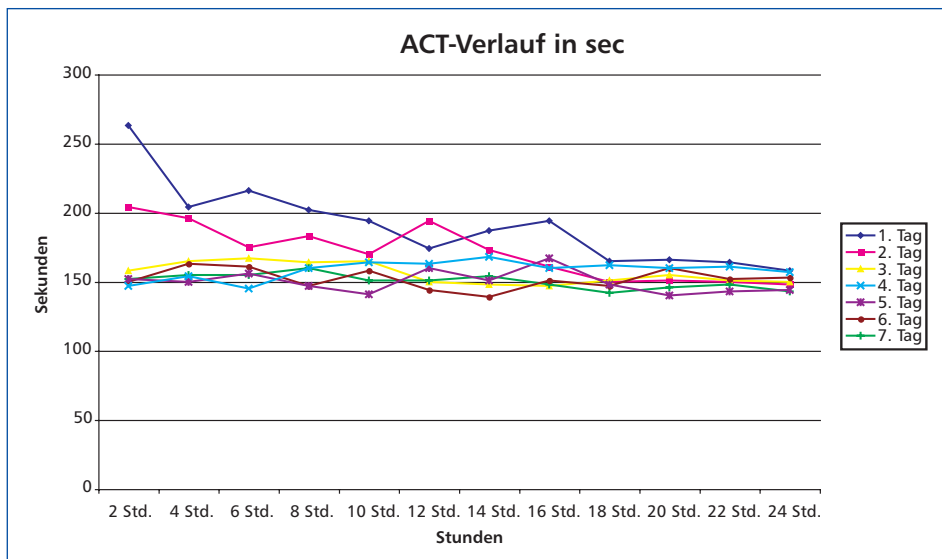


Abb. 3: ACT-Verlauf über den gesamten Zeitraum

weiter, sondern verbesserte sich sogar, so dass man sich zu einer Weiterführung der Therapie entschloss. Auch hatte der Patient immer noch eine geringe Eigendiurese, obwohl er nach Nephrektomie als Jugendlicher nur eine Niere hatte.

Am selben Tage war außerdem wegen der diffusen Blutung eine Revision der Kanülierungsstellen durchgeführt worden. Eine weitere Leistenrevision wegen lokaler Blutungsproblematik musste am 4. Tag der ECMO vorgenommen werden.

Insgesamt wurden dem Patienten zur Aufrechterhaltung eines suffizienten Hb-Gehaltes (vor ECMO 10,3 g/dl) und zur Optimierung der plasmatischen Gerinnung während des Therapiezeitraums 48 Erythrozytenkonzentrate, 26 Frischplasmen,

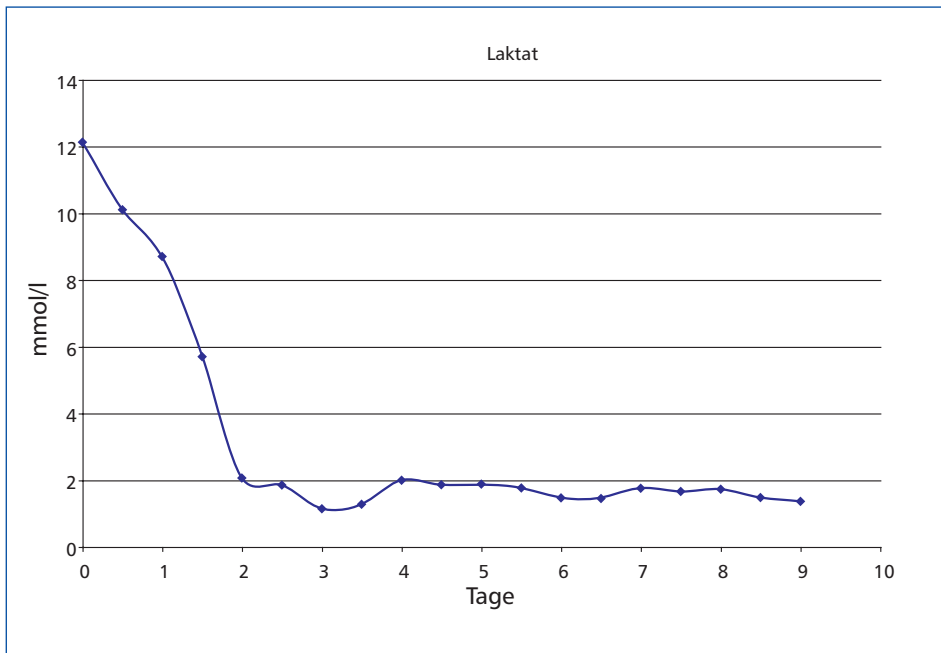


Abb. 5: Laktat-Verlauf

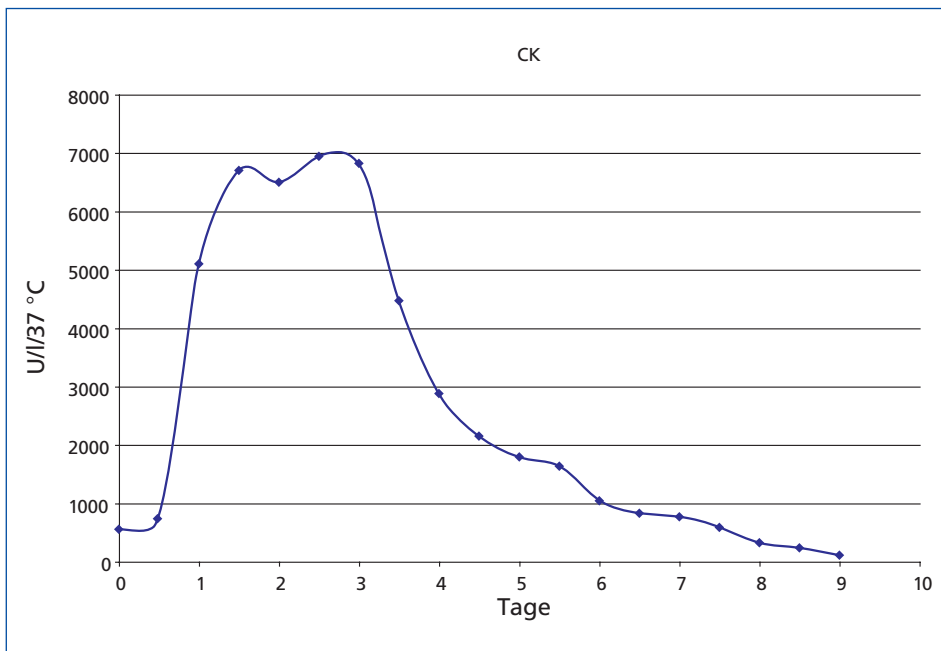


Abb. 6: CK-Verlauf über 8 Tage

10 Thrombozytenkonzentrate, 1.800 IE PPSP und 10.500 IE AT III verabreicht.

Am dritten und vierten Tag an der ECMO trat keine wesentliche Verbesserung ein, der Hämoglobingehalt blieb auf niedrigem Niveau stabil, die Retentionswerte stiegen langsam, dennoch konnte man vorläufig auf eine Hämodialyse verzichten, zumal der Patient unter Furosemidperfusor (40 mg/h) stündlich ca. 200 ml ausschied.

Am fünften Tag konnten die Katecholamine erstmals reduziert werden, der CK-Anstieg stagnierte, die Pumpleistung im Ultraschall verbesserte sich und die Retentionswerte waren leicht rückläufig.

Der O<sub>2</sub>-Transfer und die CO<sub>2</sub>-Elimination erfolgten über den ganzen Zeitraum unproblematisch. Um einen Kondenswasserstau zu vermeiden, wurde der Gasfluss gelegentlich kurzzeitig erhöht.

Obwohl das System auch am fünften Tag (Abb. 7) einwandfrei funktionierte ( $\Delta p$  unauffällig), entschlossen wir uns dennoch, aus Sicherheitsgründen das Perfusionssystem zu erneuern.

Wir füllten ein Mini-Bypass-System unter Verwendung des Handantriebes zügig und problemlos, klemmten die venöse Kanüle ab, retransfundierten das Volumen und wechselten das System in ca. 3 Minuten ohne Probleme. Nach blasenfreier Verbindung



Abb. 7: Mini-Bypass-System Synergy

mit den Schläuchen starteten wir die Unterstützung (2,5 l/min) wieder. Nachdem der Patient sich immer mehr stabilisierte, wurden die Katecholamindosen und die Unterstützung (1,5 l/min) stetig reduziert.

Am siebten Tag wurde der Pumpenfluss auf 1 l/min reduziert, die Befunde verbesserten sich weiterhin, so dass wir uns entschlossen, nach 178 Stunden Unterstützung das Mini-Bypass-System zu entfernen. Nach weiteren zwei Tagen wurde die IABP entfernt und der Patient wegen angestiegener Retentionswerte (Kreatinin 618  $\mu\text{mol/l}$ , Harnstoff 49,6 mmol/l) über die nächsten zwei Tage kontinuierlich hämodialysiert (CVVHDF). Die Extubation konnte am fünften Tag nach Explantation der ECMO erfolgen, nach weiteren sechs Tagen konnte der Patient ohne neurologische Defizite auf die Normalstation verlegt werden.

Frank Born, Kardiotechniker  
Herz- & Neurozentrum Bodensee  
Kreuzlingen AG  
Weinbergstraße 1  
8280 Kreuzlingen/Schweiz  
E-Mail: F.Born@web.de,  
www.cardiotechnik.com